

1/2 (1/1 WPI) - (C) WPI / DERWENT
AN - 1989-229682 [25]
AP - FR19870018105 19871216
PR - FR19870018105 19871216
TI - Rotating system e.g. roller used in furnace - having ceramic portion contacting axle
IW - ROTATING SYSTEM ROLL FURNACE CERAMIC PORTION CONTACT AXLE
IN - DIVET C
PA - (ZIRC-N) ZIRCOTUBE
PN - FR2624933 A 19890623 DW198932 010pp
ORD - 1989-06-23
IC - B60B19/12 ; C23C16/30 ; F16C33/24 ; F27B9/04
FS - CPI;GMPI
DC - L02 M27 Q11 Q62 Q77
AB - FR2624933 An internal system of a furnace comprises an axle and a part which can turn about the axle, the part comprising an interior portion which can turn with friction about the axle and an exterior metallic sleeve. The novelty is that the axle has a hard carbide, oxide, nitride or boride coating on its contact zone(s) with the interior portion and that the interior portion is made of a refractory ceramic contg. at least 30 wt.% ZrO₂ and/or HfO₂ and/or SiO₂, the facing surfaces of the axle (1) and the interior portion being finely machined.
- Also claimed is use of the system (i) as a roller for a carriage carrying products to be heat treated in a vacuum furnace at max. 900deg.C and (ii) in an articulated assembly positioned in a vacuum furnace at max. 900 deg.C.
- ADVANTAGE - Compared with systems having an interior portion made of graphite, the new system has long life in spite of thermal cycling and produces no debris which can affect functioning of the furnace or associated parts.

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : **2 624 933**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **87 18105**

⑤① Int Cl^{*} : F 16 C 33/24; F 27 B 9/04 B 60 B 19/12;
C 23 C 16/30.

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 16 décembre 1987.

③① Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOP « Brevets » n° 25 du 23 juin 1989.

⑥① Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : ZIRCOTUBE. — FR.

⑦② Inventeur(s) : Claude Divet.

⑦③ Titulaire(s) :

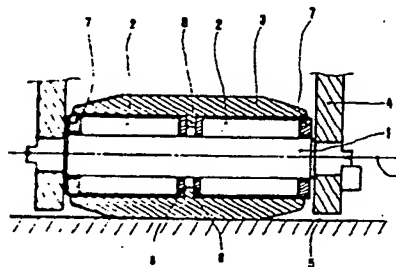
⑦④ Mandataire(s) : Guy Laurent-Atthalin, Péchiney.

⑤④ Système tournant utilisé dans un four et son utilisation.

⑤⑦ Le système 1+2+3 de l'invention comprend un axe 1 et une pièce susceptible de tourner autour de cet axe, cette pièce comprenant elle-même une partie intérieure 2 pouvant tourner autour de cet axe 1 avec frottement et une enveloppe extérieure métallique 3. Selon l'invention, l'axe 1 porte dans sa ou ses zones de contact avec la partie intérieure 2 un revêtement dur à base de carbure ou d'oxyde ou de nitrure ou de borure, et ladite partie intérieure 2 est en céramique réfractaire contenant au moins 30 % en masse de ZrO_2 et/ou HfO_2 et/ou SiO_2 , les surfaces en regard de l'axe 1 et de la partie intérieure 2 étant usinées finement.

La partie de l'axe 1 supportant ledit revêtement dur est de préférence en acier à 30 à 45 % Ni et 0,05 à 0,2 % C.

Le système 1+2+3 est utilisé en particulier comme galet de roulement d'un chariot pour traitements thermiques sous vide, ou dans un ensemble articulé placé dans un four à vide.



FR 2 624 933 - A1

SYSTEME TOURNANT UTILISE DANS UN FOUR ET SON UTILISATION

L'invention concerne un système tournant intérieur à un four ou pouvant être introduit dans un four, par exemple un galet de roulement d'une nacelle ou chariot porteur de produits à traiter sous vide à température inférieure ou égale à 900°C.

5

Les galets équipant les chariots porteurs de produits à traiter thermiquement sous vide le plus souvent entre 500 et 800°C comprennent typiquement : un axe en acier réfractaire, des rouleaux tubulaires en graphite pouvant tourner autour de cet axe et une enveloppe métallique

10 extérieure tournant librement autour du ou des rouleaux en graphite et les protégeant des éventuels chocs et salissures.

L'axe et l'enveloppe extérieure sont typiquement en acier inoxydable du type AISI 304. En utilisation, les rouleaux en graphite se cassent au contact de l'axe, et les débris de graphite s'éparpillent et vont

15 en particulier se loger dans les joints d'étanchéité, causant des incidents de fuite, à moins que l'on ne fasse des nettoyages fréquents du four.

La demanderesse a cherché à mettre au point des galets permettant d'éviter ces inconvénients et restant longtemps en bon état.

20 EXPOSE DE L'INVENTION

L'objet de l'invention est un système intérieur à un four ou pouvant être introduit dans un four qui, selon l'art antérieur, comprend un axe et une pièce susceptible de tourner autour de cet axe, cette pièce

25 comprenant elle-même une partie intérieure pouvant tourner autour de cet axe avec frottement et une enveloppe métallique extérieure.

Selon l'invention, l'axe de ce système porte dans sa ou ses zones de contact avec la partie intérieure un revêtement dur à base de carbure ou d'oxyde ou de nitrure ou de borure, et ladite partie intérieure est

30 en céramique réfractaire contenant au moins 30 % en masse de ZrO_2 et/ou HfO_2 et/ou SiO_2 , les surfaces en regard de l'axe et de la partie intérieure étant usinées finement, typiquement à une rugosité moyenne Ra inférieure à 5 μm .

35 Le terme "à base de" utilisé ici pour la composition du revêtement a pour signification "contenant au moins 50 % en masse de" et de préférence

"au moins 90 % en masse de", ces indications comprenant en particulier "à 100 % de" c'est-à-dire les revêtements d'un seul des composés indiqués.

5 Il a été trouvé que, pour le type d'usage en question et sans doute à cause des variations de température propres aux procédures de traitements thermiques et aux niveaux de température atteints, typiquement entre 500 et 800°C et jusqu'à 900°C, il est préférable que l'axe soit, au moins à l'endroit de son revêtement dur, en acier à faible dilatation, contenant 30 à 45 % Ni, de sorte que ce revêtement dur tienne longtemps sans se
10 fissurer.

Ce revêtement dur peut être réalisé à base de ou entièrement en l'un des composés du groupe formé par : les carbures de B, Si, Ti, Zr, Nb, Ta, Cr; les oxydes de Al, Ti, Cr; les nitrures de B, Si, Ti; et les borures
15 de Si, Ti, Zr. Le revêtement est appliqué par une des méthodes permettant d'obtenir un dépôt de bonne compacité, par exemple par plasma ou par déposition en phase vapeur, typiquement en épaisseur de 0,15 à 0,4 mm, puis usiné à la meule diamant.

20 Les meilleurs résultats sont obtenus avec, pour l'axe, un acier du type Invar (marque déposée) contenant 35 à 39 % Ni et 0,1 à 0,2 % C, le revêtement dur étant de préférence en carbure de chrome ou en oxyde de chrome, et la partie intérieure devant tourner autour de l'axe en contact avec ce revêtement dur étant typiquement en zircone (ZrO_2) ou en zircon
25 ou silicate de zirconium (SiO_2 , ZrO_2).

L'enveloppe métallique extérieure protège la partie intérieure, réfractaire et dure, mais ayant une certaine fragilité, vis-à-vis des chocs et des corps étrangers. La partie intérieure peut être sous forme d'un dépôt
30 à l'intérieur de l'enveloppe métallique extérieure. Lorsque la partie intérieure est une pièce distincte et même si son jeu par rapport à l'enveloppe extérieure est assez important, par exemple 1 mm au diamètre, tout se passe comme si l'enveloppe extérieure ne tournait pas par rapport à la partie intérieure quand cette dernière tourne par rapport à l'axe
35 avec glissement lors de l'utilisation.

En pratique, on utilise typiquement une partie intérieure consistant en un ou plusieurs rouleaux tubulaires, de préférence en zircon, coulissant

librement (jeu maximal typique : moins de 1,5 mm au diamètre) à l'intérieur de l'enveloppe métallique extérieure, et couissant avec un jeu faible (typiquement 0,2 à 0,4 mm au diamètre) autour de l'axe revêtu de carbure de chrome ou d'oxyde de chrome. Les usinages des deux surfaces devant coulisser librement, c'est-à-dire de l'intérieur de l'enveloppe métallique extérieure et de la surface extérieure du ou des rouleaux tubulaires, n'ont pas besoin d'être fins, des rugosités moyennes "Ra" allant jusqu'à environ 10 μ m étant admissibles. Au contraire, l'usinage des deux surfaces devant être en contact avec glissement pendant la rotation, c'est-à-dire de la surface revêtue de l'axe et de la surface intérieure ou alésage du ou des rouleaux tubulaires, doit être fin : avec Ra typiquement inférieur à 5 μ m et de préférence inférieur à 3,2 μ m.

Avec le ou les rouleaux tubulaires en zircon, l'enveloppe métallique étant par exemple en acier inoxydable de nuance adaptée aux conditions de température, de très bons résultats sont obtenus avec un revêtement de l'axe en carbure de chrome. Les rouleaux sont de préférence protégés latéralement par des pièces d'arrêt ou de butée en acier à 35 à 39 % Ni et 0,1 à 0,2 % C, par exemple des rondelles enfilées sur l'axe, dont les surfaces de contact avec les extrémités ou chants des rouleaux sont revêtues d'un des revêtements durs utilisés sur l'axe, en particulier d'oxyde de chrome.

L'invention a aussi pour objet, dans le cas où l'axe du système est, à l'endroit de son revêtement, en acier du type Invar, l'utilisation de ce système :

- soit comme galet de roulement d'un chariot porteur de produits à traitement thermiquement dans un four à vide à température inférieure ou égale à 900°C, les exigences de vide et de qualité excluant alors l'utilisation de lubrifiants;
- soit dans un ensemble articulé, comportant par exemple un bras tournant autour d'un axe, placé dans un four à vide de température allant jusqu'à environ 900°C.

Le système de l'invention procure les avantages suivants : grande longévité malgré les alternances de température, absence de débris néfastes en particulier au fonctionnement du four ou des pièces associées.

Exemples et essais

La figure 1 (figure unique) représente un galet de roulement 1+2+3 fixé par les extrémités de son axe 1 à la partie inférieure 4 d'un chariot porteur de tubes à traiter thermiquement, en coupe verticale passant par l'axe de symétrie X dudit axe 1 autour duquel tournent les rouleaux 2 et l'enveloppe extérieure 3 par laquelle le galet 1+2+3 repose ou roule sur une piste de roulement 5 allant de l'aire de chargement des tubes à l'entrée du four.

- 10 Le chariot a 5 m de long et est équipé de 12 galets de roulements tels que 1+2+3 espacés régulièrement sur sa longueur. Les charges successives sont introduites dans le four pour le traitement thermique effectué sous vide secondaire à environ 700°C, les galets roulant alors ou reposant sur la sole du four qui fait suite à la piste de roulement extérieure 5.

On a remplacé les rouleaux tubulaires traditionnels en graphite d'abord par des rouleaux 2 en zircone, puis en zircon. L'enveloppe extérieure ou carcasse 3 est en acier inoxydable AISI 304 de diamètre hors-tout 67 mm et de diamètre intérieur usiné au tour (Ra environ 8 um) 44,5 mm x longueur hors-tout 120 mm avec une nervure intérieure médiane 6 de diamètre intérieur 32 mm. Les rouleaux tubulaires 2, au nombre de deux par galet 1+2+3, situés de chaque côté de la nervure 6 de ce galet, étaient usinés à la meule diamant et avaient la géométrie suivante : \varnothing intérieur 23,0 mm x \varnothing extérieur 44,0 mm x longueur 50 mm avec de petits chanfreins circulaires d'extrémités. Des rondelles d'arrêt 7 et 8, enfilées sur l'axe 1 et du même type d'acier, étaient placées respectivement vers les extrémités extérieures des rouleaux 2, entre ces rouleaux 2 et la chape 4 du chariot qui leur sert de butée, et entre les extrémités intérieures des rouleaux 2 et la nervure médiane 6, de façon à compléter la protection extérieure des rouleaux 2 assurée sur leur pourtour par l'enveloppe extérieure 3.

1ère série d'essais

- 35 On a d'abord constaté que l'axe 1, initialement en acier inoxydable AISI 304 nu, s'usait vite en service dans le cas où les rouleaux 2 sont soit en zircone frittée, soit en zircon fondu à l'arc, les galets correspondants 1+2+3 devenant de ce fait inutilisables au bout de 80 à 100 recuits.

Les rondelles d'arrêt 6 et 7 ont montré, après les mêmes essais de l'usure et ont causé un léger écaillage des extrémités des rouleaux 2.

. 2ème série d'essais

- 5 On a ensuite équipé plusieurs axes 1 en acier inoxydable d'un revêtement dur, respectivement en molybdène, en oxyde de chrome Cr_2O_3 et en carbure de chrome. Les revêtements ont été déposés en plasma en épaisseur 0,3 mm sur les arbres usinés à ϕ 22,3 mm, puis les arbres revêtus ont été rectifiés à la meule diamant au diamètre $22,7 \pm 0,02$ mm.
- 10 On a constaté que des galets 1+2+3 équipés de tels axes revêtus 1 ainsi que de rouleaux 2 soit en zircone, soit en zircon, devenaient rapidement inutilisables, les trois types de revêtement se fissurant à l'occasion des traitements thermiques.

15 . 3ème série d'essais

- On a alors préparé des axes en acier du type INVAR, à environ 37 % Ni et 0,15 % de C, de même géométrie que précédemment. Ils ont été revêtus des mêmes revêtements que les précédents : respectivement du Mo, de l'oxyde de chrome et du carbure de chrome et on a préparé plusieurs galets à partir de rouleaux 2 en zircon et d'axes 1 en Invar munis respectivement de ces divers revêtements, tous les galets du même type étant montés sur un même chariot de traitement thermique. Il y avait ainsi 3 à 5 galets pour chacun des types de revêtement. Des contrôles de rugosité moyenne "Ra" ont donné : 0,94 μm pour un axe revêtu de carbure de chrome et 2,2 μm pour l'alésage d'un rouleau en zircon.
- 20
- 25

A partir de 100 à 130 opérations de traitement thermique pour chaque équipement de chariot et grâce à des examens échelonnés dans le temps, on a constaté notamment que :

- 30 - les axes revêtus de Mo ne se fissuraient pas, mais demandaient assez rapidement à être remplacés en raison de leur usure due au contact avec glissement des rouleaux en zircon pendant l'avance ou le recul du chariot;
- les axes revêtus d'oxyde de chrome subissent une légère usure sous forme de poudre améliorant les propriétés de contact entre axe revêtu et rouleaux, mais demandant un échange ou un rechargement après une certaine durée de service, typiquement ici environ 500 opérations de traitement thermique;
- 35 - les axes revêtus de carbure de chrome restent apparemment intacts après

800 opérations de traitement thermique. La durée d'usage de tels galets, de limite non connue, est déjà surprenante à ce stade.

On a remarqué en outre que :

- 5 - l'effort de poussée à froid vers le four et l'effort de traction hors du four après le traitement thermique étaient identiques dans le cas des revêtements d'oxyde de chrome et de carbure de chrome, ce qui traduit l'absence de grippage ou de frottement supplémentaire à chaud;
- 10 - dans le cas des axes revêtus de molybdène, l'alimentation électrique du moteur d'avance du chariot disjonctait fréquemment lors de la traction du chariot hors du four.

15 Dans le cas des axes revêtus de carbure de chrome, l'avance du chariot (vitesse 5,4 m/min et masse en charge 750 kg soit 60 kg par galet) occasionnait de petits grincements, correspondant aux contacts localisés avec glissement des revêtements d'axe à l'intérieur des rouleaux en zircon. L'absence d'usure et de marquage des surfaces en contact après un service long montre qu'il n'y a pas d'interaction entre ces deux composants autre
20 que le frottement de leurs surfaces, la différence de nature des deux matières (carbure de chrome et zircon) paraissant un atout important pour leurs résistances à l'usure et donc pour la longévité du galet.

25 Pendant ces mêmes essais, on a expérimenté avec succès des rondelles d'arrêt 7 et 8 en Invar comme l'axe, dont les surfaces de contact avec les rouleaux 2 étaient revêtues d'oxyde de chrome. Ce revêtement donnant au contact avec le zircon ou la zircone un frottement doux paraît tout à fait bien adapté à la protection latérale des rouleaux.

30 On a vérifié enfin qu'il n'y avait aucune usure intérieure de la carcasse ou enveloppe extérieure 3. Les rouleaux 2 tournent avec la carcasse 3, apparemment sans glissement.

REVENDEICATIONS

1. Système (1+2+3) intérieur à un four ou pouvant être introduit dans un four, comprenant un axe (1) et une pièce (2 et 3) susceptible de tourner autour de cet axe, cette pièce (2 et 3) comprenant elle-même une partie intérieure (2) pouvant tourner autour de cet axe (1) avec frottement et une enveloppe métallique extérieure (3), caractérisé en ce que l'axe (1) porte dans sa ou ses zones de contact avec la partie intérieure (2) un revêtement dur à base de carbure ou d'oxyde ou de nitrure ou de borure et en ce que ladite partie intérieure (2) est en céramique réfractaire contenant au moins 30 % en masse de ZrO_2 et/ou HfO_2 et/ou SiO_2 , les surfaces en regard de l'axe (1) et de la partie intérieure (2) étant usinées finement.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel la partie de l'axe (1) portant ledit revêtement dur est en acier contenant 30 à 45 % Ni et 0,05 à 0,2 % C.
3. Système selon la revendication 2, dans lequel le revêtement dur de l'axe (1) est à base de l'un des composés du groupe formé par : les carbures de B, Si, Ti, Zr, Nb, Ta, Cr, les oxydes de Al, Ti, Cr, les nitrures de B, Si, Ti et les borures de Si, Ti, Zr.
4. Système selon la revendication 3, dans lequel ledit acier de l'axe (1) contient 35 à 39 % Ni et 0,1 à 0,2 % C.
5. Système selon la revendication 4, dans lequel le revêtement dur de l'axe (1) est en carbure de chrome ou en oxyde de chrome.
6. Système selon la revendication 5, dans lequel la partie intérieure (2) pouvant tourner autour de l'axe (1) est en zircone ou en zircon.
7. Système selon la revendication 6 dans lequel la partie intérieure (2) consiste en un ou plusieurs rouleaux tubulaires (2) en zircon coulissant librement à l'intérieur de l'enveloppe métallique extérieure (3) et coulissant avec un jeu faible autour de l'axe (1).
8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le revêtement

de l'axe (1) est en carbure de chrome et en ce que les rouleaux (2) sont protégés latéralement par des pièces d'arrêt (7,8) en acier à 35 à 39 % Ni et 0,1 à 0,2 % C, dont les surfaces de contact avec les rouleaux (2) sont revêtues d'oxyde de chrome.

5

9. Utilisation du système (1+2+3) de l'une quelconque des revendications 4 à 8 comme galet de roulement (1+2+3) d'un chariot porteur de produits à traiter thermiquement dans un four à vide à température inférieure ou égale à 900°C.

10

10. Utilisation du système (1+2+3) de l'une quelconque des revendications 4 à 8 dans un ensemble articulé placé dans un four à vide de température inférieure ou égale à 900°C.

1-1

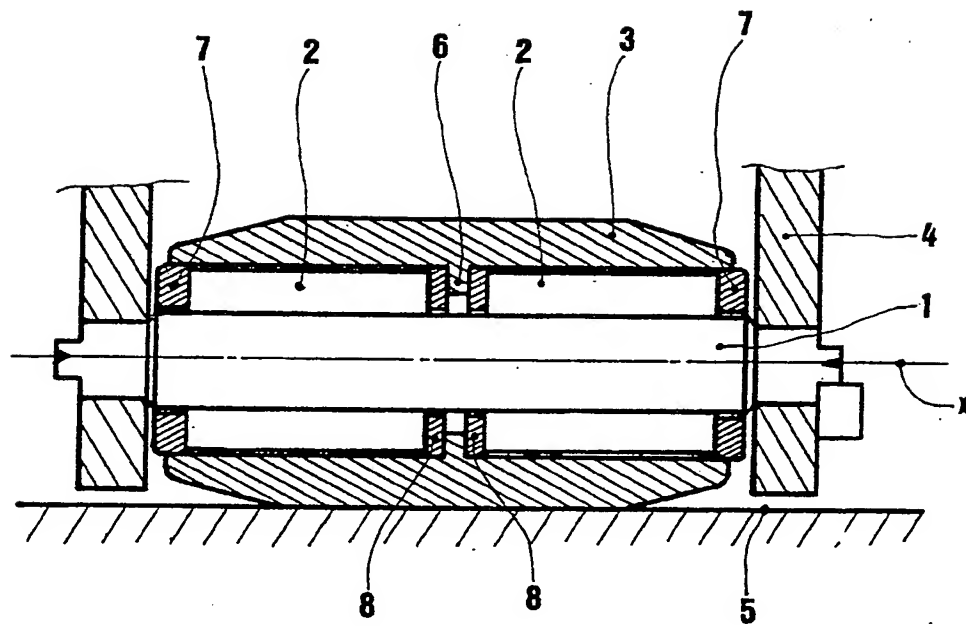


FIG. 1